

Ein naturwissenschaftliches Volksblatt. Herausgegeben von **E. A. Roßmäßler.**

Wöchentlich 1 Bogen. Durch alle Buchhandlungen und Postämter für vierteljährlich 15 Ngr. zu beziehen.

No. 14. 1859.

Das Frühlingserwachen des Baumes.

Wenn wir um die Zeit des erwachenden Frühlings Bäume sehen, so ist es, als wenn eine magische Gewalt unsern Blick empor in ihre Kronen zöge; wir müssen sehen, ob die Knospen sich öffnen; und wenn wir Etwas, dessen Grund wir nicht anzugeben wissen, magisch nennen dürfen, so können wir die Gewalt so nennen, welche im Frühjahr den Saft in den Bäumen emportreibt. Wir kennen sie nicht; wir wissen weiter nichts von ihr, als daß sie in den feinen Wurzelspitzchen ihren Sitz hat, oder daß von diesen wenigstens der erste Anstoß zu der Saftbewegung ausgeht. Aber messen können wir die Kraft. Schon vor mehr als hundert Jahren (1727) hat sie der Engländer Stephan Hales gemessen und gefunden, daß sie den Druck von einer Atmosphäre überwindet.

Könnten wir um die gegenwärtige Zeit die geheimnißreiche Stätte des Bodens mit unseren Blicken durchdringen, so würden wir ohne Zweifel keinen wesentlichen Unterschied in den darin stattfindenden Vorgängen wahrnehmen gegen früher und gegen einige Wochen später, und dennoch werden jetzt in einem Walde Tausende von Maßen Wassers von den Wurzelspitzchen aufgesogen und in dem Holzkörper emporgetrieben, so daß sich die Schnittfläche des Stockes eines jetzt gefällten Baumes mit immer nachfließendem Wasser bedeckt, während in einigen Wochen nichts dergleichen stattfinden wird. Ja wir können aus manchen Bäumen, wenn wir den rechten Zeitpunkt treffen, lebendige Quellen machen, wenn wir z. B. einem nicht zu alten Ahornbaum einen Ast bis auf einen etwa fußlangen Stummel abschneiden. So lange die Zeit des Frühjahrssaftstromes dauert, träufelt ohne Unterbrechung aus dem Stummel reichlich Wasser herab. — Die Wurzelspitzchen der Bäume sind von höchst einfachem Bau und weichen in keinem wesentlichen Punkte von denen anderer Pflanzen ab, welchen ein solcher Drang des Saftstromes nicht eigen ist. Wir kennen sie unter der Gärtnerbenennung Thau- oder Saugwurzeln und wissen, daß sie, so klein und zart sie sind, die Ernährer des Riesen sind, daß von ihrem Gedeihen das Gedeihen des ganzen Baumes abhängt.

Dennoch wird oft genug an dem Gedeihen dieser zarten Lebenswerkzeuge der Bäume und Sträucher gesündigt. Auf der einen Seite befleißigt man sich bei dem Verpflanzen eines Baumes möglichster Eile, „um die zarten Würzelchen nicht vertrocknen zu lassen," auf der andern dagegen ist man so verkehrt, aus übel angebrachtem Streben nach Sauberkeit, die Gebüsche in Parkanlagen alljährlich im Frühjahr umgraben zu lassen, wodurch in dieses vom vorigen Jahre her von den feinen Wurzeln durchzogene Gebiet Tod und Zerstörung gebracht wird, theils durch das verwundende Eisen, theils durch die eindringende Wärme austrocknender Winde. So mißhandelte Gesträuche werden zuletzt wahre Kummergestalten, sie können nicht leben und nicht sterben und wenn sie in vielbesuchten Promenaden stehen, so kann man heute noch die armen Gesträuche in derselben Verfassung sehen, wie vor zehn Jahren. Sie haben eben zehn Jahre gelebt, d. h. sie sind nicht gestorben, aber gewachsen eben so wenig.

Könnte man nun solche Querköpfe, die zwischen den Gesträuchen den Erdboden wie auf einem Spargelbeete haben wollen, hinausführen in einen Fichtenwald, wo an

ein geschontes Staatsrevier auf vollkommen gleichem Boden ein durch Streurechen mißhandeltes Bauern- oder Gemeindeholz grenzt, damit sie begreifen lernten, daß die Wurzeln der Bäume Ruhe verlangen, daß sie die Decke bedürfen, die sie sich aus ihrem Laubfall bereitet haben.

Der Fälle sind nicht viele, wo der Gärtner und Forstmann einen nachhelfenden Eingriff in das Heiligthum des Waldbodens sich erlauben darf — und der Boden eines Parkes muß wie dieser behandelt werden, wenn man gesunde Bäume und Gebüsche haben will.

Blickt man von dem mächtigen abgewetterten Astbau eines hundertjährigen Eichbaumes nieder in den Boden auf seine blendend weißen zarten Wurzelspitzchen, gedenkt man vergleichend daran, daß dadrin in dem borkenumpanzerten Riesenleibe kein kräftig verdauender Riesenmagen sitzt, so erscheint uns der alte Knabe wie ein ewig jugendlicher Säugling an der Mutterbrust der Natur.

Es ist nicht die ganze Wurzel, ja es sind dies nicht einmal die dünnen Wurzelfäden, was die Nahrung aus dem Boden aufsaugt — dies thun lediglich die Thauwurzeln, die, indem sie aufsaugen, sich zugleich ohne Unterbrechung an ihrer Spitze verlängern oder von derselben junge Aestchen ausschicken. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man ein Radischen — den bekannten kleinen rothen Monatsrettig — vorsichtig aus dem Boden aushebt und nur mit dem äußersten Wurzelspitzchen in Wasser stellt. Dies reicht aus, um die ganze Pflanze frisch zu erhalten, so daß sogar die Blätter fortwachsen. Taucht man aber nur einen Bogen des gekrümmten dünnen Wurzelendes unter Wasser, so daß das Wurzelspitzchen außer dem Wasser ist, so verwelkt die Pflanze sehr bald.

Zu ihrem wichtigen Geschäfte der Nahrungsaufnahme fehlt es jedoch den Wurzelspitzchen an allen und jeden wahrnehmbaren Oeffnungen. Die allerdings sehr dünnen Zellenhäute der Zellen erscheinen selbst unter dem stärksten Mikroskop vollkommen dicht und ohne die kleinsten Löcher oder Spalten. Dadurch wird für Denjenigen, welcher die Vorgänge der Diffusion noch nicht kennt, dieses Geschäft der Saugwurzeln zu einem wahren Räthsel.

Unter **Diffusion**, gegenseitiger Durchdringung, versteht man das Vermögen zweier verschieden dichter tropfbarer oder gasförmiger Flüssigkeiten, ihre kleinsten Stofftheilchen (Moleküle) gegenseitig zwischen einander zu ergießen (diffundiren) derart, daß zuletzt ein gleichmäßiges Gemisch beider entsteht. Eine Art der Diffusion, welche bei der Wurzelaufsaugung stattfindet, nennt man die **Endosmose**, wofür wir, in Ermangelung eines von der Wissenschaft allgemein angenommenen deutschen Namens, Durchschwitzung sagen könnten. Sie beruht darauf, daß zwei verschieden dichte, durch eine feine thierische oder pflanzliche Haut (z. B. Schweinsblase) von einander getrennte Flüssigkeiten (z. B. Salzwasser und reines Wasser) durch diese Haut hindurch zu einander übertreten und zwar so lange, bis sich beide ausgeglichen haben und nun die Flüssigkeiten jederseits der Haut einander gleich geworden sind.

Wenn im Frühjahr mit Eintritt eines gewissen Wärmegrades des Bodens und vielleicht anderer noch nicht genug erkannter veranlassender Bedingungen die Wurzelaufsaugung beginnt, so muß jedes Wurzelspitzchen von der vorigen Wachsthumsperiode her in seinen Zellen safterfüllt sein und dieser Saft muß ohne Zweifel anders beschaffen sein, ein anderes Dichtigkeitsverhältniß haben, als die Bodenfeuchtigkeit. Wir haben also die Bedingungen der Endosmose gegeben: in den Wurzelzellen eine dichtere, im Boden eine weniger dichte Flüssigkeit und zwischen beiden die trennenden Zellhäute der Wurzelzellen. Je größer bis zu einem gewissen Grade die Dichtigkeitsverschiedenheit ist, desto kräftiger findet der endosmotische Austausch statt.*)

Wenn wir nun auch annehmen wollen, und vielleicht annehmen müssen, daß in der Zeit, wo während des Winters das Pflanzenleben ruht, die Beschaffenheit der kleinen Säftemengen in den Thauwurzelzellen gleich ist — was man das endosmotische Gleichgewicht nennen könnte — so muß durch die anfangende Säfteaufnahme von Seiten der äußersten Zellenschicht diese Gleichheit der Säftebeschaffenheit nach innen zu fortwährend Zelle um Zelle aufgehoben und dadurch die uns bekannte Bedingung der Endosmose für alle Zellen der Wurzel gegeben sein. Wir wollen, um dies augenfälliger zu machen, beispielsweise 6 Zellenschichten A B C D E F rings um ein Wurzelspitzchen bis zu dessen Axe annehmen. In allen soll beim Beginn des Frühjahrslebens der Zellsaft gleiche Dichtigkeit, also das endosmotische Gleichgewicht haben. Durch endosmotisches Eindringen der Bodenfeuchtigkeit in die äußerste Zellenschicht A wird der Zellsaft dieser Schicht A verschieden von B und also zwischen beiden Veranlassung zu endosmotischem Säfteaustausch; ist dieser erfolgt, so ist wieder zwischen B und C eine Verschiedenheit des Zellsaftes also abermals Veranlassung zum Säfteaustausch gegeben und sofort alsdann zwischen C und D, D und E, E und F.

Wir sehen in Fig. 1. die der Deutlichkeit wegen nur schematisirte Abbildung eines Wurzelspitzchens. Es besteht aus sehr zarthäutigen Zellchen, die eine dicke Rinde bilden, innerhalb welcher die dünne Axe des Würzelchens eingeschlossen ist. Diese Axe, die erste Spur eines Holzkörpers, enthält einige Gefäße und gestreckte Zellen, welche den von den Zellchen des Umfanges eingesogenen Saft von diesen übernehmen und aufwärts weiter leiten.

Dies ist ungefähr das, was man über die Wassereinsaugung durch die Wurzelspitzchen weiß und wenn wir vorhin sagen mußten, daß uns die treibende Kraft des Frühjahrsaftstromes unbekannt sei, so ist doch wahrscheinlich, daß die Endosmose wenigstens einen Theil dieser Kraft leisten mag.

Soll dem aber so sein, so setzt dies voraus, daß von dem untersten Wurzelspitzchen an bis oben hinaus zu der äußersten Zellenschicht der in den Knospen geborgenen Triebspitze ein Säftevorrath enthalten sei, der den unten begonnenen endosmotischen Austausch der Säfte ermöglicht. Diese Annahme ist durchaus zulässig. Die Zellen des Baumes sind im Winter nicht saftleer, wenigstens sind ihre Häute von Feuchtigkeit durchdrungen und überdies finden sich in einem großen Theile der Holzzellen Stoffe, welche in dem kohlensäurehaltigen Wasser, welches die Wurzel aus dem Boden aufgesogen hat, löslich sind und dadurch zu einer ununterbrochenen, die endosmotische Thätigkeit unterhaltenden Dichtigkeitsverschiedenheit der Zellensäfte beitragen.

Ohne Saftinhalt wären auch die sogenannten Frostrisse nicht möglich. Bei sehr strenger Kälte friert nämlich zuweilen der Saft im Holze der Stämme; und da das Wasser durch das Gefrieren sich ausdehnt, so berstet der Stamm oft in seiner ganzen Länge mit einem heftigen Knall, wodurch ein klaffender Spalt entsteht. Dieser wird dann allmälig überwallt, was wir an unserer Fig. 2. nachher kennen lernen werden, und daher sehen wir sehr

*) Eine durch Beispiele und Abbildungen erläuterte Schilderung dieses wichtigen Naturgesetzes behalte ich mir für einen späteren Artikel vor.

oft Bäume, welche lange Narbenwülste an ihrem Stamme, ausgeheilte Frostrisse, zeigen. Namentlich Ahorne und Schwarzpappeln haben dergleichen oft, deren Natur als wirkliche Narben alter Wunden vielen meiner Leser neu sein wird.

Ehe wir weiter gehen in dem Verfolg des Saftstromes müssen wir uns Fig. 1. etwas näher ansehen, Sie stellt einen mitten durch das Mark gespaltenen Baum mit einigen Stamm- und Wurzelästen dar. Natürlich ist die Figur schematisirt, d. h. nicht nach einem vorliegenden, gerade so beschaffenen und so gespaltenen Baum der Wirklichkeit nachgezeichnet, sondern mit Berücksichtigung der Wirklichkeit erfunden; sie soll daher nur erläutern. Auf diesem kleinen Raume war auch eine Durchführung bis in die äußersten Stamm- und Wurzelverzweigungen nicht ausführbar; beide sind daher weggelassen und nur oben am rechten Stamme ist ein junger Trieb in schematisirter Auffassung dargestellt.

Wir sehen an der Figur den durch eine dunkle Linie bezeichneten Markcylinder und um diesen einander umfassende Linien, in welchem meine Leser die Jahreslagen erkennen, deren Zahl dem Alter des Baumes, welches das Bild zu verrathen scheint, auch nicht genau entspricht; im Gegentheil können wir etwa jede dieser Linien zu je 5 Jahreslagen annehmen, wodurch dem Baume ein Alter von 115 Jahren zukommen würde.

Zu beiden Seiten des Markes sehen wir immer sowohl oben an den Stammtheilen, als unten in der Wurzel je 2 Linien in einem spitzen Winkel zusammentreffen, und wenn wir diese Linien an der ganzen Figur verfolgen, so ersehen wir daraus den Umfang, den der Baum in dem entsprechenden Altersjahre gehabt hat. Es bedarf wohl nicht erst der Entschuldigung, daß diese Umfangsgestalt bei den innersten Linien eine unförmlich dicke ist. Eine der Wirklichkeit ganz entsprechende Führung dieser Linien würde diese so dicht an einander gebracht haben, daß die Uebersichtlichkeit des Alterszuwachses verloren gegangen sein würde.

Unsere Figur zeigt uns, namentlich deutlich in der Wurzelhälfte, das Holz des Baumes aus über einander gelegten Schalen gebildet, von denen die äußeren auf unserer Figur alle Theile des Baumes überziehen, während die inneren und innersten sich immer mehr dem Anfangspunkte des jungen Bäumchens bei * nähern. Von diesem Punkte an abwärts bis in die Spitzen der 3 Wurzeläste, fehlt das Mark, welches in dem Wurzelholze unserer Bäume selten einigermaßen entwickelt ist, sondern meist ganz fehlt und auf einen Mittelpunkt für die namentlich in dem Wurzelholze sehr entwickelten Markstrahlen beschränkt ist.

Diese, die Markstrahlen, sind an Fig. 2. durch die rechtwinklig vom Marke nach der Rinde hin verlaufenden geraden Linien angedeutet, obgleich der Deutlichkeit wegen in weit unter der Wirklichkeit bleibender Menge. Wir kennen sie und überhaupt den Bau und den Querschnitt des Holzes bereits aus No. 3., wo wir uns eine Ansicht des Längendurchschnittes vorbehielten. Wir sehen diesen in Fig. 3 vom Eichenholze in etwa 150mal. Vergrößerung.

Im Eichenholze finden sich neben den Gefäßen (g) dreierlei Holzzellen: 1) nur wenig gestreckte mit platten Böden an einander grenzende (a), 2) mit spitzen Enden in einander geschobene (b) beide mit mäßig verdickten Zellenwänden und mit sogenannten Tüpfeln, und 3) der zweiten Art gleichende, besonders stark dickwandige, aber ohne Tüpfel (c). Diese Zellen verlaufen wie das Gefäß an unserer Figur senkrecht. Wir sehen außerdem eine mauerförmige quer horizontal verlaufende Zellenschicht, in welcher wir einen Markstrahl erkennen. Es ist demnach das dargestellte winzig kleine Holzplättchen vom Spaltschnitt mit den Markstrahlen gleichlaufend genommen.

Das Gefäß (g) und die ersten zwei Zellenarten (a b) so wie die Markstrahlenzellen (m), zeigen sich mehr oder weniger regelmäßig und reichlich punktirt. Dies sind die erwähnten Tüpfel, die wir ihrem Wesen nach etwas näher ins Auge fassen müssen, weil sie bei dem Saftstrom sehr betheiligt sind.

Wir haben uns das Holz wie jedes andere lockere oder feste Pflanzengewebe nicht etwa als eine dichte, von Poren und feinen Kanälchen durchzogene Masse zu denken wie etwa das Brod, sondern als einen aus zahllosen Bläschen und haardünnen Schläuchen, den Zellen, zusammengesetzten Körper, wobei diese meist sehr innig an einander gefügt sind.

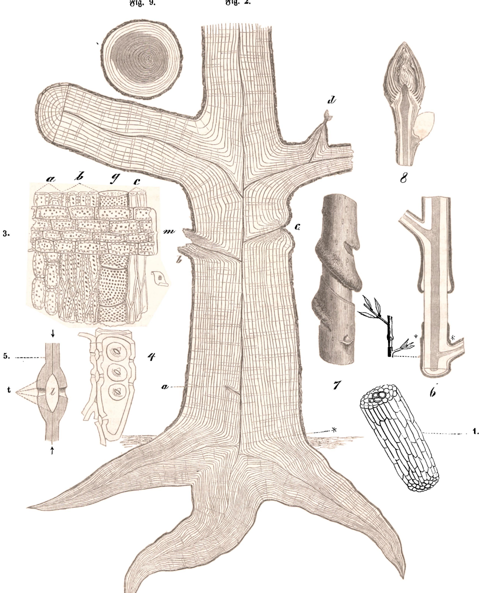
Die junge eben fertig gewordene Zelle besitzt stets eine sehr dünne und zarte Zellenhaut. Die Mehrzahl der Zellen in den verschiedenen Geweben bleibt aber nicht so, sondern ihre Haut wird immer dicker, indem sich, und zwar in vielen Fällen sehr schnell, auf der Innenseite ihrer Haut eine Verdickungsschicht ablagert, wie wir dies Seite 44 in No. 3. gelegentlich schon erfuhren. Der endosmotische Strom durch die Zellenwände hindurch verhindert aber, daß diese Verdickung an der ganzen Zellenwand stattfindet, sondern es bleiben einzelne Stellen unverdickt, nämlich diejenigen, durch welche der Saftstrom wesentlich geht. Dadurch entstehen, wenn wir uns in den Raum einer solchen Zelle denken, in der verdickten Wand eine Menge Vertiefungen, welche unten mit der ursprünglichen Zellenhaut verschlossen sind. Nothwendig muß immer an der entsprechenden Stelle der Zellenhaut auch in der anliegenden Zelle eine gleiche Vertiefung der Verdickungsschicht entstehen, damit eben an dieser Stelle der Saftstrom möglich bleibe. In vielen Fällen wird an diesen Stellen die ursprüngliche Zellenhaut durch den Saftstrom zuletzt durchbohrt und so bedarf es dann nicht mehr der Endosmose, sondern der Saft tritt durch wirkliche Oeffnungen aus Zelle in Zelle.

Wir verstehen nun die zierlichen Bildungen der Zellen a und b an Fig. 3. Wir haben längsgespaltene Zellen vor uns, an deren Umfang wir das Profil der Tüpfel erkennen. Die Vertiefungen in der Verdickungsschicht — die wir also als unverdickt gebliebene Stellen kennen gelernt haben — werden, wenn sie sehr eng und die Verdickungsschicht sehr dick ist, geradehin kleine Kanälchen, weshalb man sie Tüpfelkanälchen nennt.

Blos um eine Anschauung von dem verwickelten millionenfachen Vorgang des Saftstromes zu geben, gehen wir nach Anleitung von Fig. 4. noch tiefer auf den Bau dieser Tüpfel ein.

Die Zellen, deren also jede ihre eigene Haut hat, sind an ihren Berührungsflächen meist sehr fest mit einander verbunden. Dennoch scheint der Saftstrom im Stande zu sein, rings um die Stelle herum, durch die er geht, in einem kreisrunden Umfange diese Verbindung aufzuheben, so daß in sehr vielen, wenn nicht in den meisten Fällen an dieser Stelle eine linsenförmige Blase zwischen den an einander liegenden Stellen der benachbarten Zellenhäute entsteht, welcher natürlich an der Innenseite der Zellenhaut einem Buckel entsprechen muß. Sehen wir nun senkrecht auf eine getüpfelte Zellenwand (Fig. 4. rechts), so sehen wir den Umfang dieser Blase als einen äußeren Kreis und in dessen Mitte als zweiten kleineren Kreis das Loch des Tüpfels selbst. Schneiden wir senkrecht eine solche Dop-

pelwand zweier getüpfelter Zellen durch, so muß das sichtbar werden, was an Fig. 4. links und noch deutlicher an Fig. 5. dargestellt ist. Die beiden Pfeile deuten auf die Berührungsflächen zweier benachbarten Zellen; l ist die



linsenförmige Blase im Querschnitt, welcher innen rechts und links eine Erhöhung der Zellenhaut entspricht. Auf dieser Erhöhung liegt nun der eigentliche Tüpfel. Die punktirten Winkel, die links in t zusammentreffen, zeigen

uns nun deutlich, wie die zwei einander einschließenden Kreise an Fig. 4. entstehen. Der innere derselben ist übrigens bei diesen Eichenholzzellen (Fig. 3. b und Fig. 4.) mehr ein länglicher Spalt, und unsere Fig. 4. stellt deutlich dar, daß die auf einander treffenden Tüpfel benachbarter Zellen sich kreuzen.

Wie eben beschrieben, so ist der Tüpfelbau auch an den zahlreichen Tüpfeln des Gefäßes (Fig. 3. g), nur daß

die linsenförmige Blase weniger entwickelt ist. — Erinnern wir uns nun, daß der Holzkörper eines Eichbaums aus vielen Millionen von Gefäßen und Zellen besteht und daß dieselben zahlreiche Tüpfel haben, so ahnen wir die Unermeßlichkeit der Menge der feinen Strömchen, welche den Riesenleib durcheilen, wenn im Frühjahr der Saft in

ihm emporsteigt. — Was dieses aus dem Boden aufgenommene Wasser im Holze vorfindet, um sich damit zu verbinden und was aus dem sich immer mehr zu Neubildungen vorbereitenden Safte wird, soll uns in der nächsten Nummer beschäftigen.

(Schluß folgt.)

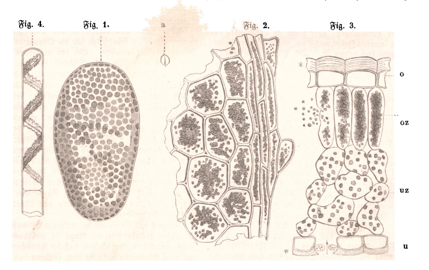
Das Grün der Pflanzen.

Die grüne Farbe ist vielleicht blos deshalb ein Sinnbild der Hoffnung, weil wir mit sehnsüchtigem Hoffen seiner Wiederkehr alljährlich entgegen sehen. Es kehrt eben jetzt wieder und es ist daher an der Zeit, die Herrscherin im Farbenkleide Floras in ihrer kleinen Bildungsstätte zu belauschen.

Die eigenthümliche Natur der Farben im Allgemeinen haben wir in No. 10. bereits kennen gelernt und zwar erschienen sie uns als Erzeugnisse des Lichtstrahls. Diese Beziehung zum Lichte gestaltet sich bei dem Grün der Pflanzen noch ganz besonders innig, so daß einst ein französischer Naturforscher in halbem Ernst es verkörpertes Sonnenlicht nannte.

Abstufungen von leuchtendem Braungelb bis zum tiefsten Schwarzbraun durchdringt die Zellenhaut. Es gehört zu den seltensten Fällen, daß die Zellenhaut bestimmt grün gefärbt erscheint.

Dieses räumliche Verhältniß der Pflanzenfarben macht auch den gründlichen Farbenwechsel, z. B. des Grün in Gelb und Roth, begreiflich; denn da der Farbstoff im Zellsafte ruht, in dem Träger der in Flüssigkeiten so leicht erfolgenden chemischen Umsetzungen, so ist eine Ueberführung der einen Farbe in eine andere in der ganzen Zellenmasse z. B. eines Blattes leicht, während diese Farbenumwandlung weniger leicht von Statten gehen würde, wenn die Farbe in der festen Zellenhaut ruhete. Die Farben der



Der Stoff, welcher im Pflanzenreiche der Träger der grünen Farbe ist, führt den wissenschaftlichen Namen Blattgrün, Chlorophyll, zuweilen auch Phytochlor.

Nicht blos die grüne Farbe, sondern auch die meisten anderen Pflanzenfarben durchdringen die Häute der Zellen, aus denen unter allen Umständen der Pflanzenkörper zusammengesetzt ist, nicht so durch und durch, wie die Fäden unserer Kleiderstoffe von dem Farbstoffe durchdrungen sind; sondern die Farbstoffe finden sich in der großen Mehrzahl der Fälle in dem Zelleninnern eingeschlossen, wo sie im Zellsaft entweder als Körnchen schwimmen, oder darin aufgelöst sind, während die Zellenhaut selbst farblos ist. Fast nur die braune Farbe, oder vielmehr die zahlreichen

Thiere, wenigstens ihrer äußeren Hüllen, haben ihren Sitz mehr in festen Stoffen. Damit hängt es zusammen, daß das Farbenkleid der Thiere ein stetigeres, das der Pflanzen ein wechselvolles, veränderliches ist.

Diejenigen Pflanzenfarben, welche im Zellsaft ihren Sitz haben, die wir eben als die Mehrzahl kennen lernten, sind entweder in der Form einer Lösung in dem Zellsafte enthalten, oder als außerordentlich kleine Farbkörnchen, welche in dem Zellsafte schwimmen. Das Blattgrün gehört zu der letzteren Art, indem man zwar wohl bei manchen Pflanzen das Blattgrün nicht als bestimmt ausgebildete Körnchen, sondern als einen formlosen Schleim, aber noch niemals als vollkommne Zellsaftlösung gefunden hat.

Wir wissen alle, in welchen Pflanzentheilen das Blattgrün am allgemeinsten vorkommt: in den Blättern und blattartigen Gebilden als Neben- und Deckblättchen, Schuppen, Kelchblättern, in der Rinde junger Stengelgebilde, kurz im Allgemeinen in solchen Gliedern, welche in voller Lebenskraft stehen. Doch kommt es auch in älteren Gewebsmassen vor, z. B. unter der schneeweißen Schale in einer auf diese zunächst folgenden saftigen Schicht der Birkenrinde an bereits ziemlich dicken Stämmen, und unter der gleichen, hier aber aschgrauen, Schale der Rinde des Flieders (Sambucus nigra.)

Hier findet sich das Blattgrün in besonderen Zellenformen, nämlich in der Hauptsache nur in solchen Zellen, welche nicht gestreckt, d. h. in keiner der drei Richtungen (Länge, Breite und Dicke) bedeutend ausgedehnt sind. Die gestreckten Zellen, an denen die Dicke vielmal von der Länge übertroffen wird, enthalten nur selten Blattgrün, wie überhaupt von ihnen selbst gebildete Stoffe, indem sie mehr zur Saftleitung der von den nicht gestreckten gebildeten oder aus der Außenwelt aufgenommenen Stoffe dienen. Die Chlorophyllkörnchen sind bald ziemlich regelmäßig gerundet und alle in einer Zelle liegenden einander gleich, oder sie sind von unregelmäßiger Gestalt und von verschiedener Größe. Sie liegen entweder so zahlreich in einer Zelle, daß sie im Zellsaft schwimmend dieselbe ziemlich ganz ausfüllen, oder eine Zelle enthält deren nur wenige; sie sind an der inneren Wand der Zelle anliegend, oder mehr im Mittelpunkte angehäuft.

An Fig. 1., eine einzelne 700mal vergrößerte sehr zarthäutige Zelle aus einem Hyazinthenblatte, liegen die Körnchen sehr gleichmäßig, aber nicht sie vollständig bedeckend an der inneren Zellenwand an, während der eigentliche Zellenraum frei davon ist. Die hellere und dunklere Schattirung der Körnchen deutet an, ob sie innen an der oberen oder an der unteren Wölbung der eirunden Zelle anliegen.

Alle Blätter unserer Laubhölzer und überhaupt die flachen Blätter der mit 2 Samenlappen keimenden (dikotyledonischen) Gewächse haben in ihrem inneren Gewebe zwei verschiedene Zellenschichten, welche beiderseits des Blattes von der Oberhaut, Epidermis, bedeckt sind (Fig. 3. welche einige Zellen aus einem senkrechten Durchschnitt der Blattdicke darstellen). Diejenige Zellenschicht, welche unter der Oberhaut der Obenseite des Blattes (o) liegt, besteht aus etwas gestreckten walzenförmigen, an den Enden abgerundeten Zellen, welche auf der Oberhaut senkrecht stehen (o z). Dieselben sind immer von zahlreichen Blattgrünkörnchen erfüllt, welche sich namentlich in der Mitte dicht zusammendrängen. (An der linken dieser 4 Zellen ist die Haut gerissen und das Blattgrün ist zum Theil herausgetreten.) Unter der Oberhaut der Unterseite des Blattes (u) liegt die in mehrfacher Hinsicht von jener abweichende Schicht (u z), denn ihre Zellen sind von sehr mannichfacher Gestalt, enthalten nur sehr wenig Blattgrün und sind sehr locker und ungleichmäßig unter sich verbunden, so daß eine Menge sogenannter Luftlücken zwischen ihnen bleiben. Die Zellen beider Oberhäute (o und u) enthalten kein Blattgrün; nur die kleinen gekrümmten Zellen, welche zu je 2 die sogenannten Spaltöffnungen bilden, enthalten einige Körnchen davon, wie wir dies an der durchschnittenen Stelle der unteren Oberhaut (in der sie vorwaltend vorkommen) sehen, wo der Pfeil durch die schmale Spaltöffnung zwischen den kleinen chlorophyllhaltigen Zellen hindurch in eine große Luftlücke (sogenannte Athemhöhle) der unteren Blattschicht eintritt. Wir sehen also nun den Grund, weshalb in der Regel die Oberseite der Blätter dunkler grün gefärbt ist als die Unterseite: es ruht in jener mehr Blattgrün, als in dieser. Auf beiden Seiten wird obendrein der grüne Farbenton noch gedämpft durch die blattgrünlose Oberhaut, deren Zellen an ihrer nach außen liegenden Wand fast immer sehr stark verdickt sind (o und u). Daher erscheint die Stelle eines fleischigen Blattes, von der wir die Oberhaut abgezogen haben, stets lebhafter grün.

Figur 2. zeigt uns einige Zellen von der Randpartie des kleinen Moosblättchens, welches links daneben (a) in natürlicher Größe dargestellt ist. Den Rand des Blättchens (rechts) bilden zunächst drei Reihen etwas gestreckter Zellen, während die übrige Blattfläche aus einer einfachen Schicht eckiger Zellen besteht, mit Ausnahme der feinen Mittelrippe, deren Zellen ebenfalls etwas gestreckt sind. Wir sehen in allen diesen Zellen, selbst in den zwei am Rande rechts angesetzten höckerförmigen Zellen, welche 2 feine Zähnchen des Blattrandes bilden, die Chlorophyllkörnchen zahlreich und regellos angehäuft. Gerade in manchen Moosen, diesen sonst in allen Theilen so zierlichen Pflänzchen, sind die Blattgrünkörnchen besonders groß, so daß kaum ihrer 6—8 die ganze Zelle ausfüllen; während in anderen Moosarten, namentlich in den Blättern der Astmoose, Hypnum, dieselben außerordentlich klein und blaß gefärbt sind. In dem Torfmoose, Sphagnum, welches wir in No. 7. kennen lernten, finden sich nur in einer der zwei Zellenarten, aus welchen dessen Blätter zusammengesetzt sind, einzelne wenige Chlorophyllkörnchen und zwar in den Zellen, welche dort an Fig. 3. und 4. durch Sternchen bezeichnet sind.

Man kann das Auftreten des Blattgrün gewissermaßen als einen Maaßstab für die Organisationshöhe der Pflanzenklassen ansehen. Bei den niedersten, den Pilzen und Flechten, beginnt die Bildung desselben nur erst in schwachen Andeutungen, daher unter den Pflanzen dieser beiden Klassen auch keine wirklich grünen vorkommen. Erst in der dritten natürlichen Pflanzenklasse, bei den Algen, tritt das Blattgrün entschieden auf und zwar namentlich auch in den Wasserfäden, Conserven, unserer süßen Gewässer, die wir alle kennen, schon von den triefenden Schöpfen, die sie an allen Mühlrädern bilden. Gerade in diesen einfachen, oft blos aus unendlich zarten Zellenfäden oder einzelnen Zellchen bestehenden Gewächsen spielt das Blattgrün eine große Rolle, theils durch seinen Farbenglanz, theils durch die Formen seines Vorkommens. Von letzterem zeigt uns die Gattung Zygnema ein Beispiel, Fig. 4., in deren gestreckten Zellen das Blattgrün als ein zierliches Spiralband auftritt.

Fragen wir nun nach der näheren Beschaffenheit dieses für unser grünbedürftiges Auge so werthvollen Stoffes, so ist zunächst hervorzuheben, daß die Körnchen nicht durchaus vom Blattgrün gebildet sind, sondern daß an sich farblose Körnchen, die nicht selten Stärkmehlkörnchen sind, nur oberflächlich von einer grüngefärbten Schicht, dem eigentlichen Blattgrün, eingehüllt sind. Dieser eigentlich färbende Stoff der Blattgrünkörnchen bildet der Masse nach nur einen sehr geringen Theil derselben, indem der durch Aether ausziehbare grüne Bestandtheil der entfärbt zurückbleibenden Körnchen zum größten Theil wieder aus Wachs und nur zu einem sehr kleinen Theil aus dem grünen Stoff besteht.

Die vorhin angedeutete innige Beziehung zum Sonnenlichte spricht sich dadurch aus, daß für gewöhnlich grün gefärbte Pflanzentheile bleich erscheinen, wenn sie unter Abschluß des Sonnenlichts erwachsen sind. Bekannte Beispiele hierfür sind die in Kellern erwachsenen, mit kleinen Blättern bedeckten Kartoffelkeime, die erst am Sonnenlicht

grün werdenden Spargelschosse und die Grassprosse, welche unter dem Druck und im Schatten eines platten Steines oder eines Bretes erwachsen sind. Daß jedoch die unmittelbare Lichteinwirkung nicht immer nothwendig ist zur Blattgrünbildung zeigen die vorhin von der Rinde der Birke und des Flieders entlehnten Beispiele, wo das Blattgrün unter völlig undurchsichtigen Zellenschichten sich entwickelt. Die Schuppenwurz, Lathraea, die Flachsseide, Cuscuta, der Fichtenspargel, Monotropa und das Vogelnest, Neottia nidus avis, sehr hoch entwickelte Pflanzen, zeigen keine Spur von Blattgrün, obgleich sie vom Sonnenlicht getroffen werden. Diese Pflanzen sind echte Schmarotzer, welche im Gewebe anderer Pflanzen wurzeln. Daß dies aber keinen nothwendigen Einfluß auf den Mangel des Blattgrüns in ihnen hat, beweisen die grünen, ebenfalls echten Schmarotzer, Mistel, Viscum und Riemenblume Loranthus. In Spanien sahe ich der Palmsonntags-Procession wegen an der majestätischen Dattelpalme eine arge Mißhandlung ausüben. Man schnürt die herrliche Blätterkrone in einen steifen aufrechtstehenden Zopf dicht und fest zusammen, wodurch nach einigen Monaten die Blätter, wenn man sie für die Procession abschneidet, zarter und weicher und strohgelb gebleicht, übrigens aber frisch sind. Aehnlich bleicht man bekanntlich bei uns die Endivien-Köpfe und mit übergestülpten Töpfen in England den Meerkohl.

Der Gärtner hat von mehreren Pflanzen Spielarten mit geschäckten Blättern, „foliis variegatis"; am bekanntesten ist eine solche von dem Wintergrün, Vinca minor, und das sogenannte Bandgras. Diese Erscheinung beruht darauf, daß das Blattgrün in scharf umgrenzten Partien des Zellgewebes nicht zur Ausbildung kommt oder sich in seine Zersetzungsprodukte umwandelt. Einer der interessantesten Fälle dieser Art kommt an dem gemeinen Ahorn, Acer Pseudoplatanus, vor, an welchem die bleichen Flecken in der oberen Blattzellenschicht unabhängig von denen der untern umgrenzt sind, so daß also das Blatt auf der Oberseite anders gefleckt ist als auf der Unterseite.

Schon in No. 1. gedachten wir der Erscheinung, daß in den Blättern mancher immergrüner Pflanzen, besonders der Stechpalme oder Hülse, Ilex aquifolium, und des Lebensbaums, Thuja occidentalis, das Blattgrün im Winter ganz unscheinbar grünbraun werde, aber im Frühling seinen vollen Farbenglanz wieder annehme, was um so bemerkenswerther ist, als dies bei den meisten immergrünen Pflanzen nicht geschieht, die im Gegentheil auch im Winter ihre grüne Farbe behalten.

Zuweilen kommt das Blattgrün in derselben Zelle mit anderen, namentlich karminrothen Farblösungen zugleich vor, wodurch seine Anwesenheit verhüllt und eigenthümlich düstre Farbentöne gebildet werden. Dies ist namentlich in vielen Seetangen der Fall.

Wie die herrliche Farbe, die uns jetzt beschäftigt hat, im Frühjahre beim Entfalten der Knospen sehr oft nicht gleich in ihrer Reinheit und Tiefe, sondern mit einem gelblichen oder selbst braunen oder rothen Schimmer (Espe, Weißdorn), den sie erst allmälig ablegt, auftritt, so scheidet sie auch bei sehr vielen Gewächsen im Herbst nicht urplötzlich, sondern geht langsam entweder in falbes Gelb (Birke, Ahorn), oder in leuchtendes Orange (Buche) oder selbst in tiefes Weinroth über (Kirschbaum, wilder Wein, Hedera quinquefolia). Nur wenige Baumarten, z.B. Esche, lassen ihr Laub grün fallen. Diese Farbenveränderung, welcher wir den Schmuck unseres herbstlichen Waldes verdanken, geht in den einzelnen Blättern mancher Bäume, z. B. der Birke, zuweilen in regelmäßigem Fortschreiten von Statten, so daß zwischen den noch grünen und den bereits vergelbten Stellen eine scharfe Grenzlinie ist. Daß die Blätter an den Spitzen der Triebe zuerst ihr Blattgrün verlieren und von da das Vergelben allmälig nach den innern Theilen der Krone vorschreitet, ist am deutlichsten an der Buche zu beobachten.

Willkommen ist uns dieses Verdrängen des Blattgrün, wenn der grüne Apfel sich röthet und die kleine grüne Kirsche ihr immer dunkler werdendes Kleid anlegt.

Seltner kommt es vor, daß das Blattgrün als eine Ausnahmeerscheinung auftritt. Am bekanntesten sind in dieser Hinsicht die Kartoffeln, welche beim Anhäufeln der Stöcke an das Tageslicht zu liegen kommen und in denen sich dadurch unter der Schale Blattgrün bildet, wahrscheinlich durch Umlagerung von Stärkekörnchen. In einer Gemüse- und Fruchtausstellung sah ich einmal alle in offenen Kästchen ausgestellte Kartoffeln innerhalb 14 Tage vollkommen grün werden, daß man sie für Birnen halten konnte, während die tiefer in den Kästchen liegenden ihre natürliche erbsgelbe Farbe behalten hatten.

So groß auch die Verbreitung des Blattgrün ist und so leicht es zu sein scheint, es in großen Mengen zu gewinnen, um es in der Färberei zu benutzen, so wenig haben sich bisher derartige Versuche bewährt. Zu dem ist es nicht einmal leicht in großen Massen zu erhalten, da, wie wir erfuhren, es nur den allerkleinsten Theil der Kügelchen bildet, welche es färbt. Wie schnell es verbleicht kann man leicht an den zarten Algenfäden sehen, welche besonders reich an lebhaft gefärbtem Blattgrün sind. Ja die Algen haben sogar durch das schnelle und vollkommne Ausbleichen ihres Blattgrün zu der Fabel des „Meteor-Papiers" geführt. Wenn im hohen Sommer flache Sümpfe oder von Ueberschwemmungen zurückgelassene Lachen völlig austrocknen, so bleiben die feinen Algenfilze derselben auf der trocken gelegten Oberfläche liegen zu papierdünnen, oft ellenlangen Lappen zusammentrocknend; diese bleichen dann schnell aus und das „Meteorpapier" der wundergläubigen Menge ist fertig.

So ist das Grün der Pflanzen voll Wandel und in ewiger Erneuung, wie es auch unser Hoffen ist.

Die Leistungen der zusammensetzenden Chemie.

Wir haben bisher schon mehrfach Gelegenheit gehabt, auf die Dienste aufmerksam zu machen, welche die Chemie jetzt beinahe täglich den vielfältigen Bedürfnissen des Lebens leistet.

Man ist auch von allen Seiten gern erbötig, dieselben mit Dank und Anerkennung von der Wohlthätigen hinzunehmen. Aber in demselben Augenblicke, wo man sich zu einem neuen Dank gegen sie verpflichtet fühlt und wo man den Chemikern die verdiente Anerkennung zollt, ist man von einer gewissen Seite her nur zu oft beflissen, Beides, Dank und Anerkennung, durch die höhnende Bemerkung wieder zurückzunehmen: „aber ein lebendes Wesen könnt ihr doch nicht bilden! über die Lebenskraft könnt ihr doch nicht gebieten!" Man hebt hervor, daß doch „eine unübersteigliche Mauer" aufgeführt sei zwischen den Erzeugnissen der Che-

mischen Laboratorien und zwischen den Gebilden des Lebens.

Bescheidet sich nun auch die Chemie sehr gern, daß es ihr noch nicht möglich gewesen ist, aus den Grundstoffen auch nur ein einziges lebendes Infusionsthierchen, oder einen einzigen zarten Algenfaden zusammenzusetzen, so lehrt doch die Kunst des Chemikers täglich mehr, daß zwischen den chemischen Kräften und der sogenannten Lebenskraft keine trennende Kluft bestehen könne, ja die Lebenskraft verliert täglich mehr an ihrer Geltung als einer besonderen selbstherrlichen Gewalt, welche die chemischen Vorgänge beherrsche; sie wird mehr und mehr ein bloßes Wort, wodurch man einen immer blässer werdenden Begriff bezeichnet.

Gewöhnlich berufen sich Diejenigen, welche neben den chemischen Kräften eine besondere Lebenskraft annehmen, auf Liebigs großen Namen und doch ist es derselbe Liebig, welcher in der eben erschienenen 4. Aufl. seiner „chemischen Briefe“ (I, S. 349) sagt: „es ist ganz unmöglich, die Meinungen der Vitalisten zu theilen, welche glauben, die Geheimnisse des Lebens durch die Annahme einer oder mehrerer Lebenskräfte erklären zu können.“ Freilich führt er auf S. 243 neben Licht, Wärme, elektrischer, magnetischer und Schwerkraft auch die Lebenskraft an. Dieser große Chemiker theilt eben die Unklarheit so vieler in der Beantwortung der Frage, ob eine Kraft außerhalb eines Stoffes denkbar sei. Denn wenn Liebig (S. 242) von „dem Einfluß der Lebenskraft entzogenen Stoffen des lebendigen Körpers“ (die alsdann den chemischen Kräften allein verfallen) spricht, so faßt er damit die Lebenskraft als etwas über den Stoffen des Körpers Schwebendes, in diese hinein und aus ihnen heraus Tretendes auf, also eine vom Stoffe losgelöste Kraft. Fasse das, wer's kann!

Diese Frage, eine brennende Frage der neueren Naturwissenschaft, ist jedoch zu wichtig, um nicht später einmal einer ausführlichen Besprechung werth zu sein. Daher beschränke ich mich für jetzt, gestützt auf den jedenfalls vernünftigen Grundsatz: **die Kräfte sind Eigenschaften der Stoffe**, zu sagen, daß die Kluft zwischen den Erzeugnissen des chemischen Laboratoriums und denen des lebendigen Körpers nicht vorhanden sein könne; denn hier wie dort sind Stoffe die Grundlage, in denen nach ewigen Gesetzen untrennbar mit ihnen verbundene Kräfte walten.

Die Kluft ist übrigens in einem Sinne von der Chemie bereits übersprungen.

Man nahm bis vor nicht langer Zeit an, daß gewisse Stoffe blos von lebendigen Körpern, Thieren und Pflanzen, gebildet werden könnten, weil man sie nur in ihnen und von ihnen ausgeschieden finde. Die Chemie hatte es bis dahin nicht weiter gebracht, als bis zur Zusammensetzung solcher Körper, welche der unorganischen Welt angehörten. Weingeist z. B. unmittelbar aus seinen Grundstoffen (Sauer-, Wasser- und Kohlenstoff) zu bereiten war noch nicht gelungen, sondern es bedurfte dazu gewissermaßen als vermittelnder Gehülfen der lebenden Pflanzen, welche das Stärkemehl dazu liefern mußten.

Es ist jetzt nicht nur gelungen Weingeist sondern auch noch viele andere organische, sonst nur von lebenden Thieren und Pflanzen abstammende, Verbindungen unmittelbar aus ihren chemischen Elementen zusammenzusetzen; also etwas zu bilden, was die Vitalisten (Lebenskraftmänner), um mit Liebig zu reden, ohne Dazwischenkunft der Lebenskraft nicht für darstellbar hielten.

Es würde zu weit führen und ohne chemische Vorkenntnisse auch unverständlich sein, wenn ich hier die chemische Bereitungsweise solcher Stoffe beschreiben wollte, ich beschränke mich daher auf die Aufzählung einiger derselben.

Schon 1828 geschah der erste Schritt auf dieser neuen Bahn der synthetischen (zusammensetzenden) Chemie, indem **Wöhler** den Harnstoff künstlich zusammensetzte, den man bis dahin blos als ein Erzeugniß der sogenannten Lebenskraft im thierischen Körper gekannt hatte. Es dauerte aber lange, ehe diesem der zweite Schritt folgte; nachdem aber einmal dieser gefolgt war, schlossen sich, seit nun erst 3 Jahren zahlreiche weitere an. 1856 ließ dem Harnstoff der Franzose Berthelot die künstliche Darstellung der Ameisensäure folgen, jene bekannte von den Ameisen bereitete Säure. Weder Ameisen noch Brennnesseln, deren brennender Stoff ebenfalls Ameisensäure ist, wären im Stande gewesen, den nöthigen Vorrath davon zur künstlichen Cognac-Bereitung zu liefern, wenn nicht bereits vor Berthelot Döbereiner ihre Bereitung aus Zucker und Stärkemehl, also noch nicht aus den einfachen chemischen Stoffen — welches eben erst Berthelot ausführte — gelehrt hätte.

Der Ameisensäure folgte die elementare Zusammensetzung des Weingeistes, der Kleesäure, die wir alle im Sauerampfer und Sauerklee kennen, des Ammoniak, des Cyan und anderer organischer Körper.

Der Chemiker gelangte zu diesen glänzenden Ergebnissen nicht auf dem geraden und kurzen Wege der einfachen Zusammenfügung der erforderlichen Elemente in den erforderlichen Mengenverhältnissen, sondern auf langen und verwickelten Umwegen. Aber auch die Wege, welche die Chemie des Lebens bei der Bereitung dieser Stoffe im thierischen oder pflanzlichen Körper geht, sind ohne Zweifel nicht minder lang und verwickelt.

Es genügt, um die künstliche Zusammensetzung der organischen Verbindungen zu begreifen und in diesen und den Erzeugnissen des lebendigen Thier- oder Pflanzenleibes Eins und dasselbe zu erblicken, sich daran zu erinnern, daß die 4 sogenannten organischen Elemente, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff einen unendlichen Spielraum ihrer Verbindbarkeit haben, und daß die geringste Abänderung in ihrem procentigen Zusammentreten immer eine andere Verbindung, d. h. einen anders beschaffenen Stoff giebt; ja daß dieselben Mengen dieser Elemente die verschiedensten Stoffe bilden. Rohrzucker, Holz, Gummi und Stärkemehl bestehen alle aus denselben Mengen von Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff. Ihr innerer chemischer Unterschied kann also nur darauf beruhen, daß die Atome dieser 3 Elemente in ihnen in verschiedener Anordnung mit einander verbunden sind. Daß dem so ist, scheint daraus hervorzugehen, daß die lebende Pflanze jene Stoffe, z. B. Stärkemehl in Gummi und diesen in Zucker (oder umgekehrt) sehr leicht umwandeln kann, wie z. B. in den reifenden Erbsen der Zucker in Stärkemehl und in der keimenden Gerste das Stärkemehl in Zucker umgewandelt wird. Letzteres kann aber auch der Chemiker in seinem Laboratorium bewerkstelligen.

Wo bleibt also die Kluft zwischen chemischen Kräften und einer sogenannten Lebenskraft, ja wo bleibt diese selbst?

Zur Beachtung. Da mit dieser 14. Nummer das zweite Quartal beginnt, so ersuchen wir die geehrten Abonnenten ihre Bestellungen schleunigst aufgeben zu wollen.

C. Flemming's Verlag in Glogau. Druck von Ferber & Seydel in Leipzig.